

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Munaf dkk (2002) Investigasi sambungan beton precast balok ke balok dengan beban monotonik dan siklik. Mereka meneliti konsep desain dan mekanisme keruntuhan dari struktur, dengan faktor indikasi kuat tahanan momen, daktilitas maksimum, kuat degradasi, kekakuan degradasi, serta disipasi energi. Pada penelitian ini digunakan 3 model benda uji, yakni balok biasa (tanpa sambungan), balok *precast* tipe I dan balok *precast* tipe II. Bahan uji yang digunakan adalah balok berukuran 120x180 mm<sup>2</sup>, dengan panjang balok 2400 mm dengan penulangan 4D8 untuk tulangan tarik dan 4D8 untuk tulangan tekan, serta sengkang P6-150. Balok *precast* tipe I memiliki ukuran yang sama dengan balok biasa, tetapi terbagi menjadi 2 bagian dengan panjang masing-masing 1200 mm, pada bagian sambungan, ukuran balok ditambah menjadi 210 x 180 mm, dan diberi 4 lubang, dan sengkang berjarak 50 mm pada bagian sambungan dan 150 mm pada bagian lainnya. Sedangkan balok *precast* tipe II memiliki bentuk I dengan ukuran 170 x 210 mm, lebar flange 40 mm dan lebar web 80 mm. Sambungan balok *precast* II memiliki ukuran penuh, 170 x 210 mm dan memiliki 4 lubang dan sengkang berjarak 50 mm pada bagian sambungan dan 150 mm pada bagian lainnya seperti balok I.

Petrico (2014) Salah satu material perkuatan yang mulai marak digunakan adalah *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)* dan *Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)*. Kedua material tersebut diuji kekuatannya saat dipasangkan pada balok beton bertulang, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap kuat

lentur balok. Balok yang digunakan berjumlah 9 dan dibagi menjadi 3 kelompok. Kesembilan balok ini dibebani sampai runtuh sehingga diketahui beban maksimal yang dapat ditahan oleh balok. Perbaikan menggunakan *CFRP* dan *GFRP* sangat efektif, karena kedua material ini mempunyai mutu yang besar. Hasil penelitian dan analisis menggunakan *CFRP* dan *GFRP* menunjukkan peningkatan kekuatan lentur balok yang signifikan. *CFRP* dapat menambah kekuatan lentur balok sampai 65,934%, sedangkan *GFRP* hanya sebesar 43,956%.

Barros, dkk (2007) Near surface mounted (NSM) dan penguatan penguatan ikatan eksternal (EBR) teknik didasarkan pada penggunaan bahan serat karbon yang diperkuat (*CFRP*) dan telah digunakan untuk rehabilitasi struktural struktur beton. Dalam karya ini, efikasi teknik NSM dan EBR untuk penguatan lentur dan geser balok beton bertulang dibandingkan dengan melakukan dua kelompok uji eksperimental. Untuk penguatan lentur, efektivitas penerapan laminasi *CFRP* menurut NSM adalah dibandingkan dengan yang dihasilkan dari penerapan laminasi *CFRP* dan lembar *CFRP* lay-up basah sesuai dengan teknik EBR. Pengaruh rasio tulangan ekuivalen (baja dan laminasi) dan jarak dari laminasi pada efisiensi teknik NSM untuk penguatan lentur juga diselidiki.

Broughton dkk, (1997) Perilaku lentur dari balok-balok senyawa di mana plastik yang diperkuat dengan serat karbon searah (*CFRP*) secara eksternal terikat pada bagian kotak aluminium yang diekstrusi, dibahas. Analisis transformasi-bagian sederhana dan teori tekuk elastis telah disesuaikan untuk memprediksi peningkatan kekakuan dan kekuatan dengan penguatan satu lapis. Tutup korelasi antara teori dan eksperimen diamati dan keuntungan maksimum dalam kekakuan

dan kekuatan akhir dari 75% dan 63%, masing-masing, ditunjukkan dengan hanya peningkatan berat 7%. Hal ini menunjukkan bahwa efek dari perekat dapat diabaikan ketika memprediksi kinerja dari sinar hibrida. Optimisasi bentuk telah berhasil diterapkan untuk mengilustrasikan potensi teknik ini untuk aplikasi ‘membangun baru’. Temuan awal telah menghasilkan penghematan berat 33% dibandingkan dengan bagian kotak yang dioptimalkan untuk semua aluminium.

Shahawy dkk, (1996) Perilaku lentur dari balok beton bertulang beton bertulang dengan laminasi plastik diperkuat serat karbon epoxy (CFRP) secara eksperimen diselidiki. Data uji yang komprehensif disajikan pada efek laminasi CFRP, terikat ke soffit dari balok, pada beban retak pertama, perilaku retak, lendutan, beban servis, kekuatan akhir dan mode kegagalan. Peningkatan kekuatan dan kekakuan yang diberikan oleh laminasi berikat dinilai dengan memvariasikan jumlah laminasi. Hasil umumnya menunjukkan bahwa kekuatan lentur dari balok yang diperkuat secara signifikan meningkat. Analisis teoritis menggunakan perangkat lunak komputer yang dikembangkan khusus disajikan untuk memprediksi kekuatan ultimate dan perilaku momen defleksi dari balok. Perbandingan hasil eksperimen dengan nilai-nilai teoritis disajikan, bersama dengan penyelidikan dari node kegagalan.

Agaton dkk, (2017) Struktur beton bertulang sangat umum digunakan pada bangunan karena lebih murah dari struktur baja. Namun pada kenyataannya banyak struktur beton yang rusak, sehingga ada beberapa cara untuk mengatasi masalah ini, dengan memberikan perkuatan *Fiber Reinforced Polymer* (FRP). Dalam penelitian ini, peneliti membahas perbandingan kuat lentur balok beton

bertulang menggunakan *Fiber Reinforced Polymer* (FRP). Dalam hal ini peneliti menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) *Tipe Wrap* sebagai perkuatan eksternal. Dimensi balok berukuran 15 x 25 cm dengan panjang 320 cm. Berdasarkan hasil analisis, kekuatan balok dengan CFRP adalah 2,213 kali kekuatan awalnya. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kekuatan balok CFRP adalah 1,5 kali kekuatan awalnya. Berdasarkan hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa perkuatan balok dengan CFRP mampu menghambat retakan awal juga menahan kekuatan tarik dan lentur lebih besar daripada balok yang tidak diberi perkuatan.

Pangestuti dkk, (2009) Penguatan lentur dari balok beton bertulang dapat dipertimbangkan dengan diterapkan pelat baja yang diikat secara eksternal atau komposit serat karbon. Studi eksperimental tentang penguatan beton bertulang dengan *Carbon Fiber Reinforced Plate* (CFRP) telah dilakukan untuk memperkirakan efektivitas menggunakan CFRP pada struktur beton sebagai bahan penguatan lentur dan penguatan eksternal. Dua balok disediakan dalam penelitian ini untuk menguji efek penguatan lentur dari komposit CFRP yang terikat secara eksternal. Salah satunya digunakan untuk kondisi normal (BKT). Spesimen lainnya adalah balok beton bertulang dengan baja tunggal penguatan dan laminasi CFRP (BKTC). Pada balok kedua, CFRP dilaminasi pada bagian bawah balok dengan epoxy. Dimensi balok adalah 150/250 mm dengan panjang efektif 1900 mm. Semua balok diuji menggunakan pemuatan twopoint untuk mendapatkan lentur murni dalam rentang tengah. Hasil penelitian eksperimental menunjukkan bahwa beban ultimate balok dengan CFRP eksternal (BKTC) adalah

49% lebih tinggi dari BKT; kekakuan yang diperkuat balok BKTC 68% lebih tinggi dari BKT; dan momen retak dari balok BKTC yang diperkuat adalah 50% lebih tinggi dari BKT. Namun, deformasi dan daktilitas dari balok BKTC yang diperkuat lebih rendah dari BKT 77,6% dan 73% masing-masing. Fenomena kegagalan dari balok beton dengan CFRP laminasi adalah sebelum debonding CFRP yang membuat kinerja maksimum dari CFRP tidak tercapai.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Balok Beton Bertulang *Precast***

Balok beton bertulang precast sebagai salah satu solusi pembangunan infrastruktur yang besar dimana tidak membutuhkan waktu dan proses pengerjaan yang lama karena precast dalam bentuk persegmen yang dapat disambung ditempat pekerjaan.

Carolin, (2003) Beton adalah bahan bangunan dengan kekuatan tekan yang tinggi dan kekuatan tarik yang buruk. Suatu struktur tanpa bentuk penguatan apa pun akan retak dan gagal ketika mengalami beban yang relatif kecil. Kegagalan terjadi dalam banyak kasus tiba-tiba dan dengan cara yang rapuh. Kelemahan struktural, overloading, kesalahan desain dan konstruksi, penyelesaian getaran, perubahan sistem struktur dll dapat menyebabkan kegagalan struktur beton. Oleh karena itu timbul kebutuhan untuk memperkuat struktur beton di lentur serta geser. Ikatan pelat Epoxy dengan Carbon Fibre Reinforced Polymers (CFRP) telah terbukti menjadi metode kompetitif untuk memperkuat struktur yang ada sehingga dapat meningkatkan daya dukung beban.

#### **3.2. Kekuatan Lentur Balok Dengan CFRP**

Sebuah dkk (2000) Empat skala penuh balok beton bertulang yang direplikasi dari jembatan yang ada. Balok asli substansial dalam kekuatan geser, terutama untuk proyeksi kenaikan beban. Dari empat balok mereplikasi, salah satu menjabat sebagai kontrol dan tiga sisanya dilaksanakan dengan berbagai karbon